



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-180551
(P2000-180551A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 T 1/161		G 0 1 T 1/161	C 2 G 0 8 8
1/208		1/208	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-361281

(22) 出願日 平成10年12月18日 (1998.12.18)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社
静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 渡辺 光男

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス 株式会社内

(72) 発明者 大村 知秀

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス 株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

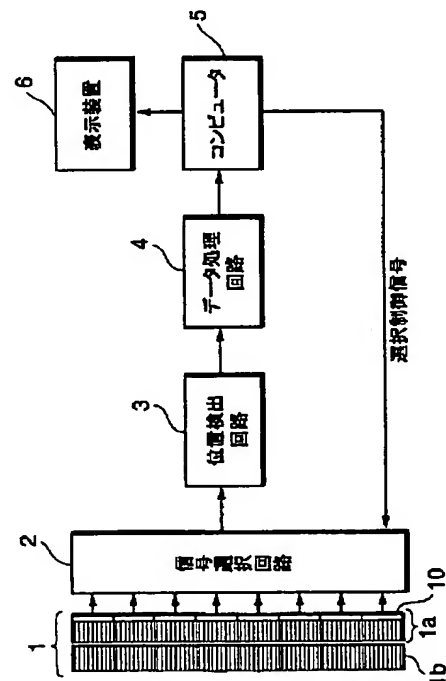
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出装置

(57) 【要約】

【課題】 容易に測定視野及び位置分解能等を変更することができる放射線検出装置を提供する。

【解決手段】 位置検出型光電子増倍管を備える放射線検出モジュール10を複数用いた放射線検出モジュールアレイ1aと、コリメータ1bからなる放射線検出部1によって放射線検出を行い、それぞれの放射線検出モジュール10の出力端子からの検出信号について、それらの接続と位置検出回路3への出力信号の選択を信号選択回路2によって設定・制御することによって、装置構成の変更を行うことなく、測定中における測定視野及び位置分解能の選択・切り換えが可能となる。また、この視野の設定はデータ取得と同様にコンピュータ5によって行われるので、視野設定及びデータ取得等を対応させて制御することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射した放射線によって蛍光を発するシンチレータと、前記シンチレータからの前記蛍光を検出する位置検出型光電子増倍管と、を含む放射線検出モジュールを複数有して構成され、所定の視野を測定可能な領域である全視野として構成された放射線検出手段と、複数の前記放射線検出モジュールがそれぞれ有する複数の出力端子からの検出信号が入力され、前記出力端子間及び外部出力への接続の設定を行って外部への出力信号を選択することによって、前記全視野のうちの一部または全部を測定視野として設定する信号選択回路と、前記信号選択回路からの前記出力信号が入力されて、前記測定視野中における放射線の入射位置を検出する位置検出回路と、前記位置検出回路から入力される位置データを収集するデータ処理回路と、前記データ処理回路からのデータの取得、及び選択制御信号による前記信号選択回路の制御、を行う制御手段と、を備えることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 2】 前記信号選択回路は、 n 種類（ただし、 n は 2 以上の整数）の前記測定視野を同時に設定して、それぞれの前記測定視野に対応する前記出力信号を選択するように構成され、前記信号選択回路からの前記 n 種類の測定視野に対応する前記出力信号がそれぞれ入力されて、それぞれの前記測定視野中における放射線の入射位置を検出する n 個の前記位置検出回路と、前記 n 個の位置検出回路からそれぞれ入力される位置データを収集する n 個の前記データ処理回路と、を備えることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出装置。

【請求項 3】 前記信号選択回路は、複数の前記放射線検出モジュールのそれぞれの前記複数の出力端子間の接続を設定する接続回路と、前記外部出力へ接続される前記出力端子を選択する選択回路と、を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の放射線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、放射線同位元素のイメージング装置などとして用いられる放射線検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、放射性トレーサーを用いた生体のイメージングなど、放射性同位元素（RI：Radioactive Isotope）のイメージング装置としては、ガンマカメラや、ガンマカメラを応用した単一光子放出断層撮像装置（SPECT：Single Photon Emission Computed Tomography）などが用いられており、核医学の分野などにおいて利用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記したガンマカメラや SPECT などの放射線検出装置において、その視野、位置分解能、計数率特性などの基本的な性能・特性は、ほぼ個々の装置に固定的なものである。一方、実用上は、測定対象に応じて最適な視野及び位置分解能を選択する必要がある場合、また、全視野（大視野）について測定を行った後に、その一部の注目視野（小視野）について高分解能での測定を行いたい場合など、それらの特性を切り換える必要を生じることがある。

【0004】 ここで、そのような切り換えのために、同一の装置において視野及び位置分解能を変更するためには、測定に使用するコリメータを変更する方法が考えられる。しかしながら、そのように切り換えを行う場合には、高価なコリメータを複数揃えておく必要があり、また、測定対象に最適なコリメータを選択する自由度が十分に確保できない、などの問題があった。また、このような方法による切り換えは、装置構成の変更を伴うものであるから、容易に行うことができず、特に、測定中における短時間での変更・切り換えが困難であるという問題があった。

【0005】 本発明は、以上の問題点を鑑みてなされたものであり、容易に視野及び位置分解能等を変更することができる放射線検出装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 このような目的を達成するために、本発明による放射線検出装置は、入射した放射線によって蛍光を発するシンチレータと、シンチレータからの蛍光を検出する位置検出型光電子増倍管と、を含む放射線検出モジュールを複数有して構成され、所定の視野を測定可能な領域である全視野として構成された放射線検出手段と、複数の放射線検出モジュールがそれぞれ有する複数の出力端子からの検出信号が入力され、出力端子間及び外部出力への接続の設定を行って外部への出力信号を選択することによって、全視野のうちの一部または全部を測定視野として設定する信号選択回路と、信号選択回路からの出力信号が入力されて、測定視野中における放射線の入射位置を検出する位置検出回路と、位置検出回路から入力される位置データを収集するデータ処理回路と、データ処理回路からのデータの取得、及び選択制御信号による信号選択回路の制御、を行う制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0007】 上記した装置においては、放射線検出を例えば 2 次元のマトリクス状など所定の形状・構成によって配列された、それぞれが 2 次元位置検出型である複数の放射線検出モジュールによって行う。位置検出型光電子増倍管は複数の出力端子を有しており、それらから出力される検出信号の相関によって放射線の入射位置を検出する。このような構成において、それぞれの放射線検出モジュールの出力端子間の接続、及び位置検出に用い

る出力信号の選択を信号選択回路により設定または切り換えることによって、単一の検出装置において検出に用いられる放射線検出モジュール及びその組み合わせを選択し測定視野を設定して、装置構成を変更せずに回路の制御のみで視野及び位置分解能を切り換えることが可能となる。

【0008】また、データ取得及び信号選択は同一の制御手段によって行われており、これによって、両者を同時に設定・制御して、効率的な測定を行うことができる。

【0009】また、信号選択回路は、 n 種類（ただし、 n は2以上の整数）の測定視野を同時に設定して、それぞれの測定視野に対応する出力信号を選択するように構成され、信号選択回路からの n 種類の測定視野に対応する出力信号がそれぞれ入力されて、それぞれの測定視野中における放射線の入射位置を検出する n 個の位置検出回路と、 n 個の位置検出回路からそれぞれ入力される位置データを収集する n 個のデータ処理回路と、を備えることを特徴とする。

【0010】特に、大視野及び小視野での測定など、2つ以上の異なる視野についての測定を同時に行いたい場合に、このように2以上の系統の位置検出回路及びデータ処理回路を設置し、信号選択回路における出力端子間の接続、及び位置検出に用いる出力信号の選択をこれに対応させて、複数の視野についての出力信号をそれぞれ選択・出力するように構成することによって、上記したような複数視野の同時測定が可能となる。

【0011】さらに、信号選択回路は、複数の放射線検出モジュールのそれぞれの複数の出力端子間の接続を設定する接続回路と、外部出力へ接続される出力端子を選択する選択回路と、を有することを特徴としても良い。

【0012】このような回路構成からなる信号選択回路とすることによって、効率的に測定視野の設定・切り換えを実現することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明による放射線検出装置の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

【0014】図1は、本発明に係る放射線検出装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。放射線を検出する放射線検出部1については、従来のガンマカメラ等と同様の構成であり、測定対象から放射されて放射線検出装置に入射されるガンマ線などの放射線をコリメートするコリメータ1bと、コリメータ1bによってコリメートされた放射線を検出する、2次元位置検出可能に構成された放射線検出モジュールアレイ1aとを有して構成されている。コリメータ1bとしては、接続される放射線検出モジュールアレイ1aの形状・構成、及び必要

とされる位置分解能等に応じた構成のものが選択・使用される。また、放射線検出モジュールアレイ1aは、複数の放射線検出モジュール10を2次元に配列して構成されている。

【0015】放射線検出モジュールアレイ1aを構成している複数の放射線検出モジュール10からそれぞれ出力される、検出された放射線の入射位置情報を含む検出信号は、信号選択回路2に入力される。この信号選択回路2は、後述するように、上記した検出信号間の接続及びその変更と、それによる出力信号の選択等を行うことによって、本検出装置の視野及び位置分解能等の制御・変更を実現するように構成されている。

【0016】信号選択回路2によって選択されて出力された出力信号は、位置検出回路3に入力されて放射線の入射位置の情報に変換されて位置データとして出力され、データ処理回路4によってそれらの位置データの収集が行われて、最終的にコンピュータ5に入力される。コンピュータ5は、接続されている表示装置6に収集されたデータ、またはその解析結果等を表示する。また、このコンピュータ5は、選択制御信号によって信号選択回路2による視野及び位置分解能等の切り換えの制御を行い、これによって、測定視野の切り換えと、データの取得・表示等に対応させて実行・制御することができる。なお、このコンピュータ5については、必要があれば、さらに収集されたデータを記憶する記憶装置等を接続した構成としても良い。また、例えばキーボードなどの入力装置を接続して、これらから選択制御信号等を変更できるように構成することも可能である。また、位置検出回路3について、その応答速度は一定であるので、大視野に比べて小視野とした場合に装置の計数率特性が向上する。

【0017】図2は、本実施形態において用いられる放射線検出モジュールアレイ1aの構成を示す斜視図であり、また図3は、放射線検出モジュール10の拡大斜視図である。本実施形態においては、放射線検出モジュールアレイ1aは、 8×8 のマトリクス状に配列された複数の放射線検出モジュール10から構成されており、図2においてはそのうちの1つ（右下端）に符号10が付されている。また、放射線検出モジュール10についても、そのそれぞれが2次元位置検出が可能な構成とされている。

【0018】放射線検出モジュール10は、例えば本実施形態のような配列とされる場合には長方形または正方形の形状を有し、その上部は、入射されたガンマ線などの放射線の入射によって蛍光を発する、例えばマトリクス状に配列された複数のシンチレータ11aからなるシンチレータアレイ11であり、その下部に、シンチレータアレイ11から出力された蛍光が検出される、マルチアノード型などの位置検出型光電子増倍管12が接続されている。位置検出型光電子増倍管12からの検出信号

は、4本の出力端子14から外部に出力される。なお、シンチレータアレイ11の複数のシンチレータ11aの配列については、図2においては符号10を付した放射線検出モジュール10にのみ図示してある。また、このシンチレータアレイ11は必ずしも複数のシンチレータを有する必要はなく、単一のシンチレータによって構成されても良い。

【0019】図4は、図3に示した放射線検出モジュール10の断面図である。シンチレータアレイ11は複数のシンチレータ11aによって構成され、それぞれのシンチレータ11aは、シンチレータ11a内に放射線が入射することによって生じた蛍光を反射させて、位置検出型光電子増倍管12に効率的に入射させるための反射材11bによってその側面及び上面を覆われている。

【0020】シンチレータアレイ11の下部に設置された位置検出型光電子増倍管12は、本実施形態においてはマルチアノード型光電子増倍管である。位置検出型光電子増倍管12の上面には、シンチレータ11aがそれぞれ接続された光電面12aが形成され、放射線の入射によってシンチレータ11aにおいて生じた蛍光は、光電面12aに入射して光電効果によって光電子に変換される。光電面12aから出射された光電子は、チャンネル型ダイノード12bによって増倍され、増倍された電子流は最終的にアノード面12cに到達して、検出信号が生成される。なお、必要があれば、シンチレータアレイ11及び光電面12aの間にライトガイドを設置しても良い。

【0021】アノード面12cは位置検出が可能なマルチアノード型であり、本実施形態においては8×8のマトリクス状に分割されて、それぞれに形状が長方形または正方形である8×8個のアノード12dが配置されている。増倍された電子流はこれらのアノード12dに到達されて、アノード端子12eを介して抵抗分割回路13に入力される。抵抗分割回路13によって処理された信号は、最終的に4本の出力端子14から外部へ出力される。

【0022】図5に、抵抗分割回路13の構成を示す。抵抗分割回路13には、8×8個のアノード12dからの信号が8×8個のアノード端子12eを介して入力され、それらは、所定の抵抗値を有する抵抗13aを介して図に示すように接続されて、最終的にその4方の端部に接続された出力端子14a～14dから検出信号が出力される。なお、ここで、図5に示すようにx-y座標を設定し、出力端子14a、14b、14c及び14dからの出力をそれぞれa、b、c、dとすると、放射線の入射位置(x、y)は重心位置演算

$$x = (c + d) / (a + b + c + d)$$

$$y = (a + d) / (a + b + c + d)$$

によって求めることができる。

【0023】次に、図1に示した放射線検出装置におい

て、その測定視野及び位置分解能等を切り換えるための本発明に係る信号選択回路2の構成及び機能について説明する。図6は、信号選択回路2の構成を示す回路図である。ただし、図6においては、簡単のために放射線検出部1は1次元位置検出型のものとし、したがって、各放射線検出モジュールについては1次元の両端に対応する2本の出力端子とその接続について示すが、2次元位置検出型とした場合においても、それに対応して本図に示したものを、同様の構成を用いて容易に拡張することが可能である。また、コリメータ1bについては図示していない。

【0024】ここでは、放射線検出モジュールアレイ1aとしては1次元に配列された8個の放射線検出モジュール10_i～10₈を示してあり、それぞれの放射線検出モジュール10_i(i=1～8)は1次元の位置検出型光電子増倍管12を有して構成されて、1次元の両端に対応する出力端子14a_i及び14b_iから検出信号が出力される。なお、図中には最上部に位置する放射線検出モジュール10_iの出力端子14a_i及び14b_iについてのみ符号を付してあるが、その他の放射線検出モジュール10_iについても同様に図中の上方にある出力端子を14a_i、下方にある出力端子を14b_iとする。

【0025】隣り合う2つの放射線検出モジュール、例えば放射線検出モジュール10_i及び10₂は、アナログスイッチである接続スイッチ、例えば接続スイッチ21_i、を介してそれぞれ接続されている。これらの接続スイッチ21_i～21₇は、デコーダ210を介してコンピュータ5からの選択制御信号によってそのON/OFFを制御されており、これによって放射線検出モジュールの接続・組み合わせとそれによる測定視野の変更が行われる。すなわち、例えば接続スイッチ21_iをONとした場合、放射線検出モジュール10_i及び10₂は、放射線検出モジュール10_iの上方の出力端子14a_i及び放射線検出モジュール10₂の下方の出力端子14b₂を両端の出力端子とした一体の放射線検出モジュールとして機能する。

【0026】信号選択回路2には、さらに位置検出回路3に出力する信号を選択するための選択スイッチ回路22及び24が設けられている。選択スイッチ回路22には、放射線検出モジュール10_i～10₈の図中上方の出力端子14a_i～14a₈からの信号が入力され、それぞれの入力は選択スイッチ回路22内に設置されたアナログスイッチに接続されており、これら8つのスイッチのON/OFFを、デコーダ220を介してコンピュータ5からの選択制御信号によって制御して、いずれかのスイッチをONとすることによって、位置検出に用いられる出力信号を選択することができる。同様に、スイッチ回路24によって、放射線検出モジュール10_i～10₈の図中下方の出力端子14b_i～14b₈からの信号について、位置検出に用いられる出力信号の選択が行われ

る。選択スイッチ回路22及び24からの出力信号は、それぞれアンプ221及び241によって増幅された後、位置検出回路3に出力される。

【0027】これらの選択スイッチ回路22及び24は、上記した接続スイッチ21₁～21₇と連動して選択制御信号によって制御される。例えば、接続スイッチ21₁をONにして放射線検出モジュール10₁及び10₂を接続し、選択スイッチ回路22によって14a₁からの出力信号を選択し、また、接続スイッチ回路24によって14b₂からの出力信号を選択することによって、放射線検出モジュール10₁及び10₂からなる領域を測定視野とする放射線検出を行うことができる。同様にして、1～8個の放射線検出モジュール及びそれらからの出力信号を接続・選択し、切り換えることによって、検出装置の構成等を変更することなく、回路の制御のみによって、測定視野及び位置分解能の選択及び切り換えを行うことが可能となる。

【0028】上述したように、信号選択回路2によって放射線検出部1を構成する複数の放射線検出モジュール10の接続及び出力信号の選択を行うことによって、例えば大視野及び小視野による測定の選択・切り換えが単一の装置によって可能となる。一方、大視野及び小視野による測定を同時に実行したい場合が考えられるが、このような測定は位置検出を2系統の回路を用いて同時に行うことによって、実現することができる。図7は、そのような構成による本発明に係る放射線検出装置の他の実施形態の構成を示すブロック図である。このように位置検出を、位置検出回路3aとデータ処理回路4a、及び位置検出回路3bとデータ処理回路4bの2つの系統の回路を用いて行うことによって、上述したような大視野及び小視野による測定など、異なる2つの測定視野による測定を同時に実行することが可能となる。

【0029】図8は、図7に示した実施形態に適用される信号選択回路2の構成を示す回路図である。なお、放射線検出部1の構成、及び放射線検出モジュール10₁～10₈のそれぞれの出力端子間の接続を行う接続スイッチ21₁～21₇等については図6に示した回路と同様である。またここでは、見やすさのために各出力端子と選択スイッチ回路との接続信号線は図示していない。

【0030】この信号選択回路2には、4つの選択スイッチ回路22～25が設置されており、このうち、選択スイッチ回路22及び23は図6における選択スイッチ回路22と同様の構成・機能を有して、放射線検出モジュール10₁～10₈の図中上方の出力端子14a₁～14a₈からの信号が入力されている。また、選択スイッチ回路24及び25は図6における選択スイッチ回路24と同様の構成・機能を有して、放射線検出モジュール10₁～10₈の図中下方の出力端子14b₁～14b₈からの信号が入力されている。このような構成において、選択スイッチ回路22及び24からの出力信号は、それ

ぞれアンプ221及び241によって増幅された後、位置検出回路3aに出力されて第1の位置検出が行われる。また、選択スイッチ回路23及び25からの出力信号は、それぞれアンプ231及び251によって増幅された後、位置検出回路3bに出力されて第2の位置検出が行われる。

【0031】これらの選択スイッチ回路22～25及び接続スイッチ21₁～21₇を、デコーダ220～250及び210を介してコンピュータ5からの選択制御信号によって制御することによって、上記した第1及び第2の位置検出における視野及び位置分解能の選択・切り換えを行うことができる。図8においては、第1の位置検出を大視野（全視野）測定とし、第2の位置検出を小視野測定とするようにそれぞれのスイッチのON/OFFを設定して示してある。

【0032】すなわち、接続スイッチ21₁～21₇はすべてONに設定されており、放射線検出モジュール10₁～10₈が一体の放射線検出モジュールを構成している。これに対して、選択スイッチ回路22では出力端子14a₁からの信号が、また、選択スイッチ回路24では出力端子14b₈からの信号が出力信号として選択されており、これによって、位置検出回路3aにおいては8個の放射線検出モジュール10₁～10₈による大視野測定が行われる。一方、選択スイッチ回路23では出力端子14a₄からの信号が、また、選択スイッチ回路25では出力端子14b₄からの信号が出力信号として選択されており、これによって、位置検出回路3bにおいては単一の放射線検出モジュール10₄による小視野測定が行われる。したがって、このような信号選択回路2の構成及び位置検出回路3a及び3bとの接続とし、信号選択回路2における出力信号を適宜選択または切り換えることによって、例えば大視野及び小視野での測定など、異なる2つの測定視野による測定を同時に行うことが可能となる。

【0033】本発明による放射線検出装置は、上記した実施形態に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、放射線検出部1の構成については、個々の放射線検出モジュールの形状及びその配列方法など、必要に応じて様々な変更が可能である。また、位置検出型光電子増倍管についても、マルチアノード型以外のものを用いても良い。これら放射線検出部1の構成変更に応じて、信号選択回路についても上記した実施形態と同様の機能を有するように構成することが可能である。なお、場合によっては、本発明の回路による視野及び位置分解能等の切り換えと、従来のコリメータによる視野及び位置分解能等の切り換えと、を併用しても良い。

【0034】また、複数の測定視野による同時測定については、2つの視野に限られるものではなく、3つ以上の視野についての測定を同時に実行可能なように構成することも可能である。

【0035】

【発明の効果】本発明による放射線検出装置は、以上詳細に説明したように、次のような効果を得る。すなわち、位置検出型光電子増倍管を備える放射線検出モジュールを複数用いて放射線検出を行い、そのそれぞれの出力端子からの検出信号について、それらの接続と外部への出力信号の選択を信号選択回路によって設定・制御することによって、装置構成の変更を行うことなく、測定中における測定視野及び位置分解能の切り換え、または、例えば大視野及び小視野など複数の測定視野について

の同時測定などを実現することができる。

【0036】これによって、測定対象に合わせた検出装置の最適化の自由度が高くなるとともに、最適化を容易かつ短時間で行うことが可能となり、例えば核医学分野などにおいて、従来のガンマカメラやSPECTなどに比べて、より精度の高い診断情報を得ることができる。また、装置の小型化や低価格化も可能となる。

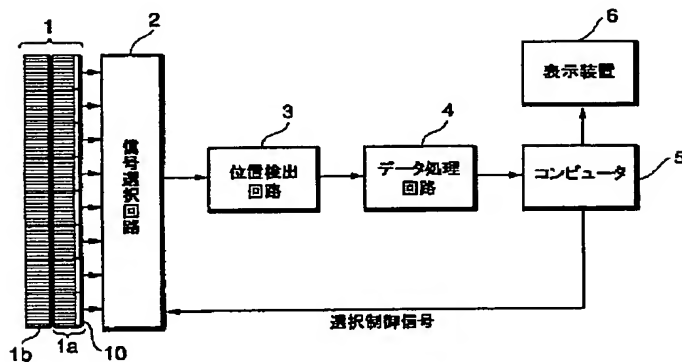
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る放射線検出装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。

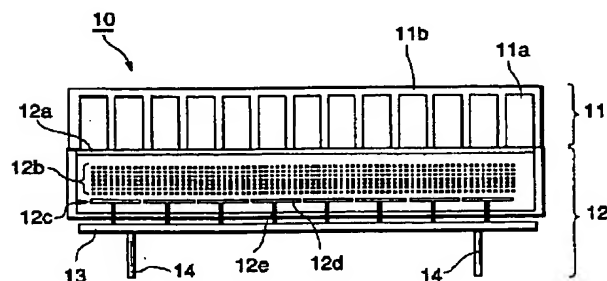
【図2】図1に示した装置に適用される放射線検出モジュールアレイの構成を示す斜視図である。

【図3】図2に示した放射線検出モジュールアレイを構成する放射線検出モジュールを示す斜視図である。

【図1】



【図4】



【図4】図3に示した放射線検出モジュールの断面図である。

【図5】図3に示した放射線検出モジュールに適用される抵抗分割回路の構成を示す回路図である。

【図6】図1に示した装置に適用される信号選択回路の構成を示す回路図である。

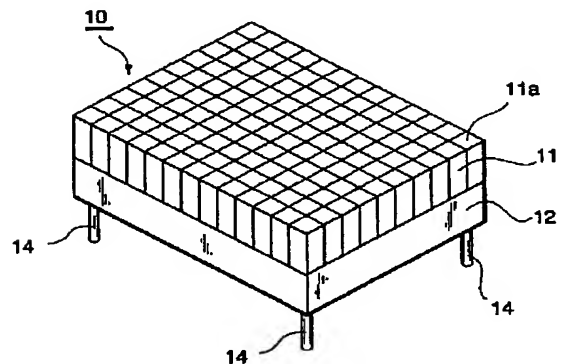
【図7】本発明に係る放射線検出装置の他の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図8】図7に示した装置に適用される信号選択回路の構成を示す回路図である。

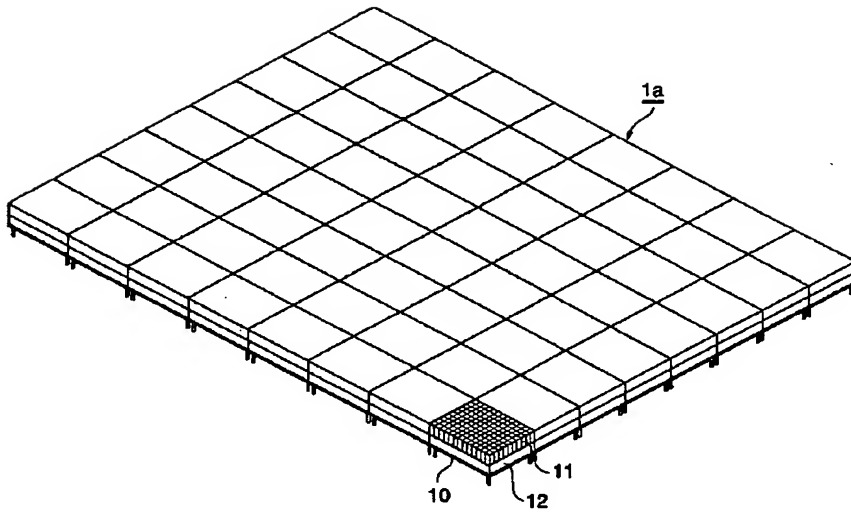
【符号の説明】

1…放射線検出部、1a…放射線検出モジュールアレイ、1b…コリメータ、10…放射線検出モジュール、11…シンチレータアレイ、11a…シンチレータ、11b…反射材、12…位置検出型光電子増倍管、12a…光電面、12b…チャンネル型ダイノード、12c…アノード面、12d…アノード、12e…アノード端子、13…抵抗分割回路、13a…抵抗、14、14a～d…出力端子、2…信号選択回路、21…接続スイッチ、210…デコーダ、22～25…選択スイッチ回路、220～250…デコーダ、221～251…アンプ、3、3a、3b…位置検出回路、4、4a、4b…データ処理回路、5…コンピュータ、6…表示装置。

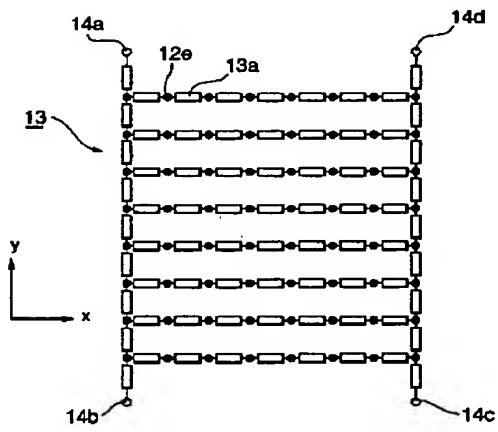
【図3】



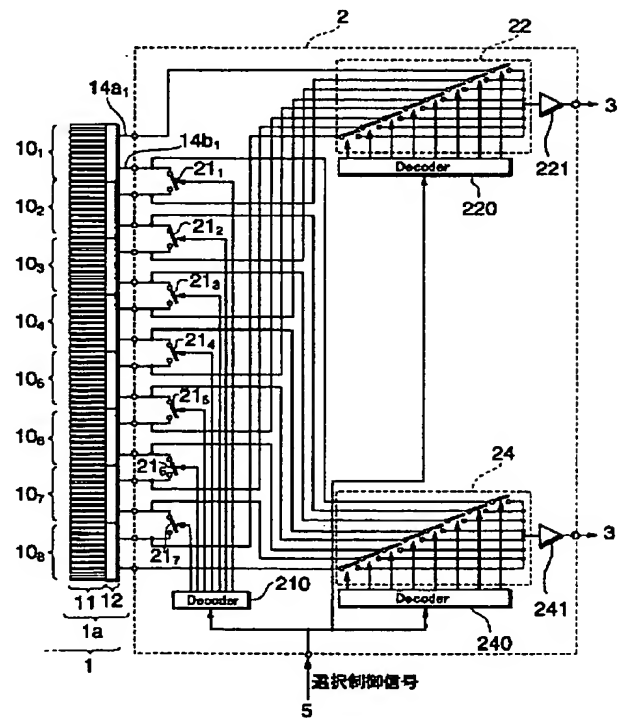
【図2】



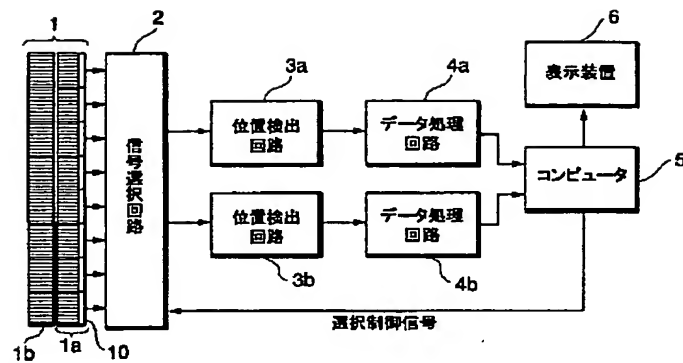
【図5】



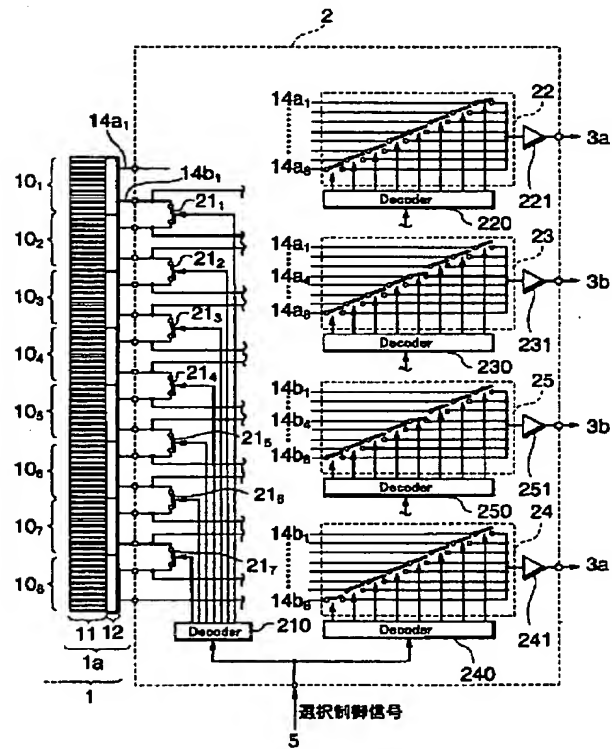
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 貴司
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス 株式会社内

Fターム(参考) 2G088 EE02 FF04 GG18 JJ33 KK27
KK35